

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/051582 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G07D

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP2003/013435

(22) Internationales Anmeldedatum:

28. November 2003 (28.11.2003)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102 56 114.1 29. November 2002 (29.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAUSCHER, Wolfgang [DE/DE]; An der Stemmerwiese 2, 81373 München (DE). GIERING, Thomas [DE/DE]; Xaver-Hamburger-Weg 19, 85614 Kirchseeon (DE).

(74) Anwalt: Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch; Winzerstrasse 106, 80797 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VERIFYING VALUABLE DOCUMENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PRÜFUNG VON WERTDOKUMENTEN

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for verifying valuable documents provided with an authenticity mark in the form of at least one luminescent substance. The aim of the invention is to achieve a simple and reliable differentiation between authenticity marks, even if the latter exhibit extremely similar spectral behaviour. To achieve this, a measurement vector is formed from the measured values that correspond to different frequencies and/or frequency ranges of the luminescent radiation and the measurement vector is assigned to one of several predefined reference vectors, which correspond to different authenticity marks, whereby at least one classification area is assigned to the reference vectors and verification takes place to establish the classification area in which the measurement vector lies.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Werten Dokumenten mit einem Echtheitsmerkmal in Form von zumindest einer lumineszierenden Substanz. Dadurch, dass aus den Messwerten, welche unterschiedlichen Frequenzen und/ oder Frequenzbereichen der Lumineszenzstrahlung entsprechen, ein Messvektor gebildet wird, und eine Zuordnung des Messvektors zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren, die unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, dadurch erfolgt, dass den Referenzvektoren jeweils zumindest ein Klassenzuordnungsgebiet zugeordnet und geprüft wird, in welchem Klassenzuordnungsgebiet sich der Messvektor befindet, kann eine einfache und sichere Unterscheidung auch von Echtheitsmerkmalen mit sehr ähnlichem Spektralverhalten erreicht werden.

WO 2004/051582 A2

## Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten mit einem Echtheitsmerkmal in Form zumindest einer lumineszierenden Substanz, wobei das Wertdokument mit Licht bestrahlt und die vom Wertdokument ausgehende Lumineszenzstrahlung spektral aufgelöst erfasst wird, um zu bestimmen, ob das Echtheitsmerkmal im geprüften Wertdokument tatsächlich vorhanden ist.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird unter einem lumineszierenden, wie z.B. einem fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Echtheitsmerkmal eine einzelne Substanz oder eine Mischung von mehreren Substanzen verstanden, die ein Lumineszenzverhalten zeigen.

Es gibt eine Reihe von bekannten Systemen zur Echtheitsprüfung solcher Wertdokumente. Ein System ist beispielsweise aus der DE 23 66 274 C2 der Anmelderin bekannt. Bei diesem System wird zur Prüfung der Echtheit einer Banknote, d. h. im speziellen der Prüfung, ob ein fluoreszierendes Echtheitsmerkmal tatsächlich in einer zu prüfenden Banknote vorhanden ist, diese bestrahlt und die remittierte Fluoreszenzstrahlung spektral aufgelöst erfasst. Die Auswertung erfolgt durch einen Vergleich der Signale von unterschiedlichen Photozellen des Spektrometers.

Dieses Verfahren arbeitet zwar in den meisten Fällen sehr zuverlässig, allerdings kann es insbesondere dann, wenn es mehrere mögliche Echtheitsmerkmale gibt, die ein sehr ähnliches Spektralverhalten haben, zu Schwierigkeiten bei der Unterscheidung und damit der Entscheidung geben, welches dieser Echtheitsmerkmale tatsächlich im geprüften Wertdokument vorhanden ist.

Davon ausgehend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Werdokumenten bereitzustellen, welche eine Unterscheidung auch von Echtheitsmerkmalen mit ähnlichem Spektralverlauf auf einfache und sichere Weise ermöglichen.

5

Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die vorliegende Erfindung basiert somit auf der Erkenntnis, daß eine einfache und sichere Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen dann am besten gewonnen werden kann, wenn aus den Meßwerten, welche unterschiedlichen Frequenzen und/oder Frequenzbereichen der Lumineszenzstrahlung entsprechen, ein Meßvektor gebildet wird, und eine Klassenzuordnung des Meßvektors zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren, die unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, dadurch erfolgt, daß den Referenzvektoren jeweils zumindest ein Klassenzuordnungsgebiet zugeordnet und geprüft wird, in welchem Klassenzuordnungsgebiet sich der Meßvektor befindet. Der Meßvektor kann dabei aus den Meßwerten an sich und/oder daraus abgeleiteten Größen bestehen.

Bevorzugt kann die Bestimmung der Klassenzuordnungsgebiete und damit die Klassenzuordnung vom Meßvektor zu einem der Referenzvektoren durch einen Vergleich des Meßvektors mit mehreren Referenzvektoren oder mit zumindest einer Größe erfolgen, welche von mindestens zwei Referenzvektoren abhängt.

25

Ein besonders bevorzugtes Beispiel der erstgenannten Variante kann sein, daß das Echtheitsmerkmal, dessen Referenzvektor den kleinsten Unterschied, wie z.B. den kleinsten Abstand zum Meßvektor aufweist, als im zu prüfenden Werdokument vorhanden bestimmt wird bzw. bestimmbar ist.

Diese Vorgehensweise hat sich insbesondere bei Echtheitsmerkmalen mit

sehr ähnlichem Spektralverlauf als wesentlich geeigneter erwiesen als eine Vorgehensweise, bei der geprüft wird, ob sich die Intensität und/oder der Verlauf einer gemessenen Lumineszenzstrahlung nur um maximal einen vorgegebenen Wert von der Intensität bzw. dem Verlauf einer Referenzstrahlung unterscheidet.

- Die zweitgenannte Variante, bei der kein Vergleich des Meßvektors mit jedem einzelnen Referenzvektoren selbst, sondern mit mindestens einer aus mindestens zwei Referenzvektoren abgeleiteten Größe durchgeführt wird, vermindert den Rechenaufwand signifikant und ist deshalb insbesondere dann von Vorteil, wenn es auf hohe Prüfungsgeschwindigkeiten ankommt. Ein besonders bevorzugtes Beispiel hierfür ist, daß die Größe, welche von mindestens zwei Referenzvektoren abhängt, als eine Trennfläche zwischen den zwei Referenzvektoren, wie z.B. eine  $(n-1)$  dimensionale Hyperebene zwischen den zwei  $n$ -dimensionalen Referenzvektoren gebildet wird, wobei die Trennfläche die Klassenzuordnungsgebiete der zwei Referenzvektoren voneinander trennt. In diesem Fall wird z.B. die Lage des Meßvektors in Bezug auf die Trennfläche bestimmt.
- Das erfindungsgemäße Prüfsystem kann bevorzugt dahingehend erweitert werden, daß es einen weiteren Schritt aufweist, bei dem geprüft wird, ob der Betrag des Meßvektors größer als ein vorgegebener Referenzwert ist oder nicht. Dieser Schritt wird besonders bevorzugt vor dem Schritt der Zuordnung der Klassenzuordnungsgebiete und/oder dem Schritt der Prüfung, in welchem dieser Gebiete sich der Meßvektor befindet, durchgeführt werden. Hierdurch kann eine signifikante Zeitersparnis bei der Auswertung erreicht werden, da die nachfolgenden zeitaufwendigeren Auswertungsschritte der Prüfung der Klassenzuordnungsgebiete nicht mehr notwendig sind, wenn bereits die einfache Betragsprüfung ein negatives Ergebnis liefert.

Diese Vorgehensweise erweist sich insbesondere bei der Prüfung von Echtheitsmerkmalen als sinnvoll, deren Lumineszenzstrahlung in signifikantem Maße im nicht-sichtbaren, wie z.B. ultravioletten oder insbesondere im infraroten Spektralbereich liegt. Durch diesen Betragsvergleich kann z.B. bereits  
5 eine Reihe von nicht passenden Merkmalen in gefälschten Wertdokumenten erkannt werden, die nur im sichtbaren Spektralbereich emittieren. Unter anderem aus den vorgenannten Gründen wird der Meßvektor somit vorzugsweise aus Meßwerten des infraroten Spektralbereichs gebildet.

10 Vorzugsweise kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, daß der Meßvektor und die Referenzvektoren in einer gleichen Weise normiert werden. Bei n-dimensionalen Meß- und Referenzvektoren kann dies beispielsweise durch eine Normierung auf eine n-1 dimensionale Einheitskugel geschehen, so daß der Betrag aller normierten Vektoren gleich, d.h. im speziellen den Wert 1 hat.  
15

Eine solche Normierung hat den Vorteil, daß ein einfacher Vergleich des Meßvektors mit den Referenzvektoren ermöglicht wird, der weitgehend unabhängig davon ist, in welcher Menge oder Konzentration das Echtheitsmerkmal in der Banknote tatsächlich eingebracht ist bzw. wie hoch die Gesamtintensität der gemessenen Strahlung tatsächlich ist. Im Gegensatz zu  
20 bekannten Verfahren der Farbraumanalyse beispielsweise, bei denen die Absolutwerte der einzelnen Farbanteile für eine korrekte Farbbestimmung wesentlich sind, ist dies bei der erfindungsgemäßen Lumineszenzprüfung nicht  
25 zwingend erforderlich, da es hierbei im wesentlichen nur auf die Form der erfaßten Spektralkurven, und nicht aber auf deren absolute Intensitätswerte ankommt.

Insbesondere im vorstehend genannten Fall der Normierung kann es sich als  
30 Nachteil erweisen, daß die Messungen ein Hintergrundsignal aufweisen,

welches nicht von der Lumineszenzstrahlung herrührt und die Lumineszenzstrahlung überlagert. Dieses Hintergrundsignal stört bei der Auswertung, da sich durch die Normierung die Verhältnisse der Meßvektoren zu den Referenzvektoren signifikant in Abhängigkeit vom der Höhe der Hintergrundsignale ändern und dadurch zu ungenaueren Ergebnissen der Auswertung führen können.

Vorzugsweise wird deshalb bei der Auswertung der Meßwerte ein Hintergrundsignal berücksichtigt, welches nicht von der Lumineszenzstrahlung herrührt. Im speziellen kann, zur Bildung des Meßvektors, von den Meßwerten ein Betrag abgezogen werden, der von der Größe des Hintergrundsignals abhängt. Der Betrag kann von Meßwert zu Meßwert des Meßvektors verschieden sein, d.h. es kann auch ein durch das Hintergrundsignal erzeugter Hintergrundvektor verwendet werden. Der Betrag wird besonders bevorzugt abhängig sein von der Größe eines Minimums und / oder Maximums der Meßwerte und/oder einem Verhältnis mehrerer Meßwerte zueinander. Ist das Emissionsspektrum des Hintergrundsignals bekannt, so kann durch Messung des Hintergrundsignals bei einer einzigen oder z.B. einigen wenigen Frequenzen der Hintergrundvektor berechnet werden. Ist der Hintergrundvektor bekannt, so kann er z.B. im Sensor hinterlegt gespeichert werden und auch ohne Messung von den Meßwerten abgezogen werden.

Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich durch die beigefügten abhängigen Ansprüche und die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele. Dabei zeigt die

Figur 1 eine schematische Ansicht auf eine Prüfvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel; die

Figur 2 eine zweidimensionale Darstellung zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens; die

Figur 3 eine zweidimensionale Darstellung zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens der Klassenzuordnung und die

Figur 4 eine schematische Ansicht einer von einer Banknote gemessenen Spektralkurve L1 und eines nur auf die Lumineszenzstrahlung zurückgehenden Anteils L2 der Spektralkurve L1.

10

Das erfindungsgemäße Prüfsystem kann in allen Vorrichtungen verwendet werden, welche lumineszierende Echtheitsmerkmale prüfen. Obwohl nicht darauf beschränkt, wird im folgenden die besonders bevorzugte Variante der Prüfung von Banknoten in Banknotenbearbeitungsvorrichtungen beschrieben, die beispielsweise zum Zählen, Sortieren, Einzahlen und/oder Auszahlen von Banknoten dienen können.

Die Figur 1 stellt im speziellen eine Vorrichtung 1 dar, die neben an sich bereits bekannten Komponenten, welche nicht mit abgebildet sind, unter anderem eine Transporteinrichtung 2 aufweist, mittels derer Banknoten 3 vereinzelt an einer Prüfeinrichtung 4 vorbei transportiert werden. Die Prüfeinrichtung 4 kann zur Prüfung der Echtheit, des Zustands bzw. des Nennwerts der Banknoten 3 ausgelegt sein. Im speziellen weist die Prüfeinrichtung 4 dabei eine Lichtquelle 5, einen Spektralsensor 6 und eine Auswertungseinrichtung 7 auf, welche über eine Signalleitung 8 zumindest mit dem Spektralsensor 6 verbunden ist. Die Lichtquelle 5 dient dabei zur Bestrahlung der Banknote 3 mit Lichtstrahlen 9 in einem schrägen Winkel zur Banknotenoberfläche und der Spektralsensor 6 zur Erfassung und spektralen Zerlegung der von der Banknotenoberfläche remittierten Strahlung 10. Bevorzugt erfaßt der Spektralsensor 6 mittels eines Spektrometers 6 Lumineszenzstrahlung 10 im in-

fraroten Spektralbereich. Die vom Spektralsensor 6 erfassten Signale werden über die Signalleitung 8 an die EDV-basierte Auswertungseinrichtung 7 übertragen, die anhand der gemessenen Signale überprüft, ob ein bestimmtes Echtheitsmerkmal in der Banknote 3 vorhanden ist.

5

Die Vorrichtung 1 ist insbesondere durch die Art der Auswertung der Meßsignale in der Auswertungseinrichtung 7 ausgezeichnet. Dies kann beispielsweise gemäß eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens auf folgende Weise geschehen:

10

Es werden alle oder zumindest eine Teilmenge der Meßwerte des Spektralsensors 6, die jeweils unterschiedlichen Frequenzen bzw. Frequenzbereichen entsprechen, als Meßvektor  $X$  dargestellt. Der Meßvektor  $X=(x_1, \dots, x_n)$  sei beispielsweise ein Maß für die Spektralkurve der aufgenommenen Lumineszenzstrahlung 10 der Banknote 3, wobei  $x_1$  bis  $x_n$  Werte sind, welche auf der Grundlage der Meßsignale von  $n$  verschiedenen Photozellen des Spektralsensors 6 gebildet werden. Die Spektralwerte  $x_1$  bis  $x_n$  können dabei bevorzugt der gemessenen Lumineszenzintensität bei unterschiedlichen Frequenzen bzw. Frequenzbereichen in einem für das Auge unsichtbaren, wie z.B. ultravioletten oder besonders bevorzugt infraroten Spektralbereich entsprechen. Der Meßvektor  $X$  stellt somit zumindest für den Fall  $n>1$ , bevorzugt von  $n\geq 5$  oder  $n\geq 10$ , ein Maß für die Form, d.h. den Verlauf der gemessenen Spektralkurve dar.

20

25

Es wird nun auf die nachfolgend exemplarisch beschriebene Weise ein Vergleich dieses Meßvektors  $X$  mit  $k$  vorgegebenen Referenzvektoren  $A_1, \dots, A_k$  durchgeführt. Der besseren Anschaulichkeit halber wird mit Bezug auf die Figuren 2 und 3 eine einfache Fallgestaltung beschrieben, bei welcher der Meßvektor  $X$  nur zwei Meßwerte  $x_1$  und  $x_2$  aufweist, d. h. die Vektordimension  $n$  gleich 2 ist. In diesem Fall wird der Meßvektor  $X$  durch einen Punkt  $X$

30



im zweidimensionalen Diagramm der Figur 2 und der Figur 3 repräsentiert, wobei jede Achse des Diagramms einer anderen Koordinate des Meßvektors  $X$  entspricht.

- 5 Die Vektoren  $A=(a_1, \dots, a_n)$  und  $B=(b_1, \dots, b_n)$  sind dabei in exemplarischer Weise zwei vorgegebene Referenzvektoren  $A_1= A$ ,  $A_2= B$ , die den Spektralkurven von zwei möglichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, von denen eines eventuell in der geprüften Banknote 3 vorhanden sein kann.
- 10 Um zu entscheiden, ob überhaupt eines der beiden erlaubten Echtheitsmerkmale in oder auf der Banknote vorhanden ist, kann zunächst überprüft werden, ob der Betrag des Meßvektors  $X$ , d.h.  $|X|$  eine vorgegebene Schwelle überschreitet. Ist dies nicht der Fall, kann bereits hier die Banknote als unecht zurückgewiesen werden. Die Schwelle kann 0 sein, wird bevorzugt aber
- 15 so gewählt, daß Fälschungen ohne Echtheitsmerkmal bereits hier sicher unterscheidbar sind. Dieser Referenzwert  $R$  hat im exemplarischen Fall der Figuren 2 und 3 beispielsweise einen Betrag  $|R|$  von 0,4. Mit dieser Prüfung können auch Fälschungen aussortiert werden, bei denen die Echtheitsmerkmale zwar an sich vorhanden, aber in zu geringer Konzentration vorliegen.
- 20 Dies ist deshalb besonders bevorzugt, weil bei der beschriebenen Variante im infraroten Spektralbereich gemessen wird und Fälschungen üblicherweise Intensitäten in diesem Spektralbereich aufweisen, die entweder vernachlässigbar oder zumindest wesentlich geringer als die Intensitäten der Echtheitsmerkmale  $A$ ,  $B$  in echten Banknoten 3 sind.
- 25 Wie erwähnt wird dieses Kriterium, daß der Betrag  $|X|$  des Meßvektors  $X$  mindestens einem Referenzwert  $R$  entsprechen muß, besonders bevorzugt zur Vorauswertung der Meßwerte verwendet. Dies kann beispielsweise bedeuten, daß zuerst dieser Mindestwertvergleich des Betrages  $|X|$  des Meßvektors  $X$  durchgeführt wird, bevor die Klassenzuordnung des Referenzvek-
- 30

tors A, B mit kleinstem Unterschied zum Meßvektor X durchgeführt wird. Diese Variante der vorgeschalteten Betragsprüfung kann die Geschwindigkeit der Banknotenprüfung signifikant erhöhen.

- 5    Liegt der Betrag des Meßvektors X über der vorgegebenen Schwelle, ist zu entscheiden, welches der Echtheitsmerkmale A, B tatsächlich in der Banknote 3 vorhanden ist.

- Hierzu kann folgende Prozedur implementiert werden: Der affine Raum  $\mathbb{R}^n$ ,  
10    in dem sich die Mess- und Referenzvektoren  $(X, A_1, \dots, A_k)$  befinden, wird in Klassenzuordnungsgebiete  $G_i \subseteq \mathbb{R}^n$  ( $i = 1, \dots, l$ ) eingeteilt, wobei diese den Referenzvektoren  $(A_1, \dots, A_k)$  zugeordnet sind. Im einfachsten Fall gibt es für jeden Referenzvektor genau ein Klassenzuordnungsgebiet, im allgemeinen Fall kann es mehrere Klassenzuordnungsgebiete pro Referenzvektor geben.  
15    Um zu entscheiden, welches Echtheitsmerkmal in oder auf der Banknote 3 vorhanden ist, wird festgestellt, in welchem Klassenzuordnungsgebiet  $G_m$  der Meßvektor X liegt, d.h. es wird der Index  $m$  gesucht mit  $X \in G_m$ . Im dargestellten zweidimensionalen Beispiel sind diese Gebiete Halbebenen  $G_A, G_B$ , wie in Figur 3 veranschaulicht ist. Im allgemeinen Fall sind die Klassenzuordnungsgebiete  
20    Durchschnitte von endlich vielen Halbebenen.

Die Klassenzuordnungsgebiete können nun entweder über die Referenzvektoren A, B (im allgemeinen Fall  $A_1, \dots, A_k$ ) oder über eine Beschreibung der sie begrenzenden Hyperebenen definiert werden.

25

- Im erstgenannten Fall wird beispielsweise derjenige Referenzvektor A, B bestimmt, der den kleinsten Unterschied zum Meßvektor X aufweist. Hierzu kann der Abstand des Meßvektors X zu allen möglichen Echtheitsmerkmalen, im speziell beschriebenen Fall also zu den beiden Referenzvektoren A, B  
30    berechnet werden. Der Abstand kann als euklidischer Abstand zwischen den

betreffenden Vektoren, im Beispiel also  $d(X,A)$  und  $d(X,B)$  berechnet werden. An Stelle des euklidischen Abstands kann jede Funktion  $d(X,A)$  verwendet werden mit folgender Eigenschaft: Für beliebige Messvektoren  $X$  und Referenzvektoren  $A, B$  gilt  $d(X,A) \geq d(X,B)$  genau dann wenn  $|X-A| \geq |X-B|$  gilt.

5

Alternativ kann man diese Prozedur auf eine andere Weise implementieren, welche exakt zum gleichen Ergebnis führt: Die Klassenzuordnungsgebiete werden im zweitgenannten Fall durch eine Trennfläche  $T$  definiert, welche die beiden Referenzvektoren  $A, B$  (im allgemeinen Fall  $A_1, \dots, A_k$ ) begrenzt.

10 Diese Variante hat insbesondere in Echtzeitumgebungen den Vorteil, dass der Rechenaufwand verringert wird.

Um zu testen, ob ein Meßvektor  $X$  in einem Klassenzuordnungsgebiet  $G_i$  liegt (d.h.  $X \in G_i$ ), muß man für alle  $G_i$  begrenzenden Trennflächen  $T$  prüfen, ob  $X$  auf der „richtigen“ Seite liegt. Als Trennfläche lassen sich vorzugsweise  $n-1$ -dimensionale Hyperebenen  $T$  z.B. als Punktemengen  $\{(y_1, \dots, y_n) \in \mathbb{R}^n \mid u_1 y_1 + \dots + u_n y_n - u_0 = 0\}$  beschreiben, wobei  $(u_1, \dots, u_n)$  ein Normalenvektor der Hyperebene  $T$  ist. Das Vorzeichen von  $u_1 x_1 + \dots + u_n x_n - u_0$  gibt nun an, auf welcher Seite der Hyperebene  $T$  die

15

20 Messung  $X$  liegt.

Um die Erkennungssicherheit zu erhöhen, kann in einer bevorzugten Ausprägung des Verfahrens gefordert werden, daß eine Zuordnung des Meßvektors  $X$  zu einem der Referenzvektoren  $A, B$  erst dann erfolgt, wenn ihr gegenseitiger Abstand  $d(X, A)$  bzw.  $d(X, B)$  eine vorgegebene Schwelle nicht überschreitet.

25

Es kann in diesem Sinne festgelegt werden, daß die Klassenzuordnungsgebiete  $G_A, G_B$  so eingegrenzt werden, daß sich die Klassenzuordnungsgebiete

nicht mehr berühren. Auf diese Weise entsteht zwischen den Klassenzuordnungsgebieten  $G_A$ ,  $G_B$  "Niemandsländ", d.h. Bereiche, die keiner Klasse und damit keinem Referenzvektor  $A_1, \dots, A_k$  zugeordnet sind. Banknoten 3, deren Meßvektor in diesen Bereichen liegen, können z.B. mit einem Warnhinweis  
5 versehen nach der Prüfung in der Prüfeinrichtung 4 angesteuert bzw. in eine spezielle Ablage umgelegt werden.

In einer möglichen Erweiterung des Verfahrens wird bei der Festlegung der Klassenzuordnungsgebiete berücksichtigt, dass die Wahrscheinlichkeit, dass  
10 ein Messvektor  $X$  einem von mindestens zwei Referenzvektoren  $A$ ,  $B$  entspricht, nicht gleichverteilt ist, sondern z.B. eine Korrelation aufweist.

Bei den bisher beschriebenen Verfahren ist allerdings zu beachten, daß der Abstand des Meßvektors  $X$  von den Referenzvektoren  $A$ ,  $B$  mit seiner Intensität und der Intensität der einzelnen Referenzkurven  $A$ ,  $B$  zunimmt. Dies  
15 führt dazu, daß dann, wenn einer der beiden möglichen Echtheitsmerkmale in wesentlich höherer Menge und Konzentration in die geprüfte Banknote 3 eingebracht ist, auch der Abstand seines Referenzvektors  $A$  bzw.  $B$  zum Meßvektor  $X$  in entsprechender Weise größer sein kann.

20

Um ein Abstandsmaß der Echtheitsmerkmale  $A$ ,  $B$  zu finden, welches unabhängig von der gemessenen Gesamtintensität bzw. der Menge und Konzentration der einzelnen Echtheitsmerkmale in der Banknote 3 ist, werden in einer besonders vorteilhaften Ausprägung der Erfindung sowohl die Referenzvektoren  $A$ ,  $B$ , als auch der Meßvektor  $X$  normiert. Im Fall der zweidimensionalen Darstellung nach Figur 2 wird beispielsweise eine Normierung auf den Einheitskreis  $E$  durchgeführt. Das bedeutet, daß die normierten Vektoren  $A/|A|$  (also  $A$  durch Betrag von  $A$ ),  $B/|B|$  und  $X/|X|$  gebildet werden, welche alle einen normierten Betrag von 1 haben. Im allgemeinen  $n$ -  
25  
30 dimensionalen Fall von  $k$  Referenzvektoren  $A_1, \dots, A_k$ , die jeweils  $n$  Kompo-

nenten besitzen, erfolgt die Projektion auf die n-dimensionale Einheitskugel E.

Mit dieser Normierung werden alle Meßvektoren  $X$ , die sich nur in der Länge unterscheiden, identifiziert. Sie liegen wie in der Figur 2 gezeigt ist, auf Ursprungsgeraden durch den Messvektor  $X$ . Diese Vorgehensweise entspricht dem Übergang vom affinen Raum  $\mathbb{R}^n$  in einen projektiven Raum  $\mathbb{P}^{n-1}$ , dessen Elemente im zugehörigen affinen Raum Ursprungsgeraden sind, die im folgenden ebenfalls durch die zugehörigen Vektoren  $X$ ,  $A$ ,  $B$ ... beschrieben werden. Der Übergang in einen projektiven Raum hat sich insbesondere bei der Prüfung von Echtheitsmerkmalen als sehr vorteilhaft herausgestellt, die ein ähnliches Spektralverhalten haben.

Um die Zuordnung des Messvektors  $X$  zu einem der im Beispiel gezeigten Referenzvektoren  $A$ ,  $B$  zu treffen, wird im einfachsten Fall nun der Abstand  $d(X,A)$  und  $d(X,B)$  des normierten Meßvektors  $X/|X|$  zu allen normierten Referenzvektoren  $A/|A|$  bzw.  $B/|B|$  berechnet. Die Klassifizierung erfolgt dabei wiederum für das Echtheitsmerkmal, dessen Referenzvektor  $A$ ,  $B$  den kleinsten Abstand  $d(X,A)$   $d(X,B)$  zum Meßvektor  $X$  hat, im abgebildeten Fall also das Echtheitsmerkmal  $A$ .

Als Abstand  $d(X,A)$  zweier Vektoren kann in diesem und im vorgenannten Fall beispielsweise der euklidische Abstand der normierten Vektoren  $X$ ,  $A$

verwendet werden:  $d(X,A) = \left| \frac{X}{|X|} - \frac{A}{|A|} \right|$ . An Stelle des euklidischen Abstands

kann jede Funktion  $d(X,A)$  verwendet werden mit folgender Eigenschaft: Für beliebige Messvektoren  $X$  und Referenzvektoren  $A$ ,  $B$  gilt  $d(X,A) \geq d(X,B)$  genau dann wenn

$$\left| \frac{X}{|X|} - \frac{A}{|A|} \right| \geq \left| \frac{X}{|X|} - \frac{B}{|B|} \right| \text{ gilt.}$$

In einem ersten Beispiel kann als Abstand  $d(X,A)$  der Vektoren  $X$  und  $A$  der Winkel zwischen durch sie definierten Ursprungsgeraden verwendet werden.

- 5 In einem zweiten Beispiel kann als Abstand  $d(X,A)$  der Vektoren  $X$  und  $A$  folgender Ausdruck verwendet werden:  $d(X,A) = \left| X - \langle X, A \rangle \cdot A / |A|^2 \right|$ . Der Abstand  $d(X,A)$  entspricht hier der Länge des Lots von  $X$  auf die durch  $A$  definierte Ursprungsgerade.

- 10 In einem weiteren Beispiel kann als Abstand  $d(X,A)$  der Vektoren  $X$  und  $A$  folgender Ausdruck verwendet werden:  $d(X,A) = \left| X - \langle X, A \rangle \cdot A / |A|^2 \right|^2$ . Dieser Ausdruck ist besonders dann bevorzugt, wenn der Abstand zeitkritisch berechnet werden muß, da man sich hier die aufwendige Berechnung der Wurzel im zweiten Beispiel erspart.

15

In einem weiteren Beispiel kann als Abstand  $d(X,A)$  der Vektoren  $X$  und  $A$  der Ausdruck  $d(X,A) = g\left(\left|\frac{X}{|X|} - \frac{A}{|A|}\right|\right)$  verwendet werden, wobei  $g$  eine beliebige streng monotone Funktion ist.

- 20 Zum vorstehend detailliert beschriebenen Ausführungsbeispiel sind zahlreiche Weiterbildungen und Alternativen denkbar.

- Obwohl beispielsweise der Fall von nur zwei möglichen Echtheitsmerkmalen beschrieben und in den Figuren dargestellt wurde, ist selbstverständlich  
25 auch eine Verallgemeinerung auf mehr als zwei Echtheitsmerkmale möglich. Ebenso ist selbstverständlich eine Verallgemeinerung auf Meß- und Referenzvektoren  $X, A_1, \dots, A_k$  möglich, die mehr als  $n=2$  Komponenten, d. h. mehr als zwei spektrale Meßwerte pro Banknote 3 aufweisen.

Weiterhin kann auch vorgesehen sein, daß die Lumineszenzstrahlung 10 einer Banknote 3 zu verschiedenen Zeiten gemessen und dies bei der Auswertung berücksichtigt wird. Zum einen kann hierbei festgestellt werden, ob die  
5 gemessene Strahlung 10 der geprüften Banknote 3 tatsächlich das für die jeweilige Lumineszenzart zu erwartende Zeitverhalten hat. Bevorzugt werden die Banknoten 3 hierbei zeitlich intermittierend durch die Lichtquelle 5 bestrahlt, um z.B. das Abklingverhalten der Lumineszenzstrahlung 10 zeitlich aufgelöst messen zu können. In diesem Fall kann besonders bevorzugt auch  
10 eine zeitabhängige Darstellung der Meßvektoren X und/oder der Referenzvektoren A, B gewählt und die Abstandsbildung zeitabhängig durchgeführt werden.

Eine weitere Idee der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Messung der Lumineszenzstrahlung nur an vorbestimmten Teilbereichen der  
15 Banknotenfläche erfolgt, welche in besonders bevorzugter Weise nennwertspezifisch gewählt sind. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die Lichtquelle 5 nur einen oder mehrere spezielle Teilbereiche der Banknote 3 beim Vorbeitransport an einer Prüfeinrichtung 3 beleuchtet, bzw. Informationen über die Lage der jeweils beleuchteten Teilbereiche der Banknote 3 bei  
20 der Auswertung in der Auswertungseinrichtung 7 berücksichtigt. Diese ortsabhängige Messung der Lumineszenzstrahlung 10 kann beispielsweise dazu verwendet werden, um auch räumlich codierte Echtheitsmerkmale, die im Banknotenpapier nicht homogen eingebracht sind, unterscheiden zu  
25 können.

Des weiteren muß die Lumineszenzstrahlung 10 auch nicht zwingend in Reflexion, sondern sie kann alternativ oder zusätzlich auch in Transmission gemessen und ausgewertet werden.

Wie erwähnt wurde, kann es bei der Auswertung störend sein, wenn die Meßsignale ein Hintergrundsignal aufweisen, welches nicht von der Lumineszenzstrahlung herrührt und die Lumineszenzstrahlung 10 überlagert. Diese störenden Hintergrundsignal verfälschen bei der Normierung die  
5 Verhältnisse der einzelnen Meßvektoren zu den Referenzvektoren.

Zur Veranschaulichung der Problematik ist in der Figur 4 in schematischer Weise mit der durchgezogen gezeichneten Linie L1 der durch den Spektralsensor 6 gemessene spektrale Verlauf der Meßsignale einer beleuchteten  
10 Banknote 3, d.h. die Abhängigkeit der Meßsignalintensität  $I(f)$  von der Meßsignalfrequenz  $f$  dargestellt. Der tatsächlich nur von der Lumineszenzstrahlung 10 stammende Anteil der Meßkurve L1, entsprechend der gestrichelt gezeichneten Kurve L2, ist allerdings vom Betrag her niedriger und durch ein störendes Hintergrundsignal überlagert, welches nicht auf die Lumineszenzstrahlung 10 zurückgeht.  
15

Um dieses Hintergrundsignal herauszurechnen, kann zum einen eine Referenzmessung in einer Banknotenlücke durchgeführt werden. Es werden dabei gerade dann mittels des Spektralsensors 6 Meßwerte aufgenommen,  
20 wenn sich keine Banknote 3 im Erfassungsbereich des Spektralsensors 6 befindet. Die so gewonnen Signale stellen dann ein Maß für die Stärke des Hintergrundsignals dar und können bei der nachfolgenden Bildung oder Auswertung der Meßvektoren berücksichtigt, z.B. von den Meßwerten bei der Messung der nachfolgenden Banknote 3 abgezogen werden.

25

Es gibt allerdings Spektralsensoren 6, bei denen die Meßverhältnisse bei der Messung mit Banknote 3 im Vergleich zur Messung ohne Banknote 3 so deutlich unterschieden sind, daß die beim Fall ohne Banknote gemessenen Hintergrundsignale nicht repräsentativ für die mit Banknote gemessenen  
30 Hintergrundsignale sind.



Alternativ kann deswegen z.B. die Größe eines relativen, vorzugsweise des absoluten Minimums und/oder Maximums der Meßsignale in einem zur weiteren Auswertung benutzen Spektralbereich bestimmt werden. Dies  
5 kann z.B. eine Stelle im Spektrum sein, an der die zu prüfenden lumineszierenden Substanzen üblicherweise nicht emittieren. Im Spektrum der Figur 4 befindet sich dieses Minimum exemplarisch bei der Frequenz  $f_{\text{Min1}}$  und hat eine Intensität  $I_{\text{Min1}}$ . Indem nun zumindest vom nachfolgend weiter auszuwertenden Anteil des Spektrums dieser minimale Intensitätswert  $I_{\text{Min1}}$  abgezogen wird, d.h. für den betrachteten Spektralbereich die Differenz  $I(f) - I_{\text{Min1}}$   
10 gebildet wird, erhält man ein effektives Meßsignal, welches im wesentlichen nur noch auf die Lumineszenzstrahlung 10, entsprechend der Kurve L2 zurückgeht und bei der die Hintergrundsignale im wesentlichen abgezogen sind.

15 Eine weitere Variante ist folgende: Da die nachzuweisenden lumineszierenden Substanzen eine vorbekannte Spektralkurve haben, so hat das Verhältnis der Intensität der Lumineszenzstrahlung bei zwei unterschiedlichen Frequenzen einen konstanten vorbekannten Wert. Die beiden Frequenzen können vorzugsweise so gewählt sein, daß sie einem Maximum und einem Minimum der Spektralkurve entsprechen. Beim Fall der Figur 4 sei z.B. das Intensitätsverhältnis  $I(f_{\text{Max}})/I(f_{\text{Min2}})$  der Lumineszenzstrahlung 10, entsprechend Kurve L2, gleich einem konstanten Wert  $k_0$ . Die tatsächlich bei der Prüfung der Banknote 3 gewonnene Meßkurve L1 weist allerdings ein Intensitätsverhältnis  $I(f_{\text{Max}})/I(f_{\text{Min2}}) = I_{\text{Max}}/I_{\text{Min2}}$  auf, das geringer ist als dieser  
25 Wert  $k_0$ . Dieser Unterschied ist gerade durch die Hintergrundsignale bewirkt, die das Lumineszenzspektrum L2 überlagernden.

Es wird nun berechnet, um welches Maß  $I_0$  die Intensität des gesamten Spektrums  $I(f)$  gesenkt werden muß, damit das Intensitätsverhältnis  
30

$I(f_{\text{Max}})/I(f_{\text{Min}2})$  wiederum dem für die zu erwartende Lumineszenzstrahlung  
10 typischen Wert  $k_0$  entspricht. Durch Abzug dieses Werts  $I_0$  vom gesamten  
betrachteten Spektralbereich der Kurve L2 erhält man wiederum ein effekti-  
ves Meßsignal, welches im wesentlichen nur noch auf die Luminezenz-  
5 strahlung 10, entsprechend der Kurve L2 zurückgeht, und bei der die Hin-  
tergrundsignale im wesentlichen abgezogen sind.

Es sei betont, daß anstelle eines linearen Offsets, d.h. eines Abzugs eines  
konstanten Werts  $I_{\text{Min}1}$  bzw.  $I_0$  von der Meßintensität  $I(f)$  der Meßkurve L2,  
10 auch ein anderer, nichtlinearer Offset abgezogen werden kann, bei dem der  
abgezogenen Wert mit der Frequenz  $f$  variiert. D.h., der Betrag kann von  
Meßwert zu Meßwert des Meßvektors verschieden sein, d.h. es kann auch  
ein durch das Hintergrundsignal erzeugter Hintergrundvektor verwendet  
werden. Dies macht dann Sinn, wenn auch die Hintergrundsignale einen  
15 nicht-linearen Verlauf, d.h. einen über alle Frequenzen  $f$  nicht konstanten  
Betrag haben. Ist das Emissionsspektrum des Hintergrundsignals bekannt,  
so kann durch Messung des Hintergrundsignals bei einer einzigen oder  
mehreren Frequenzen der Hintergrundvektor berechnet werden. Ist der Hin-  
tergrundvektor bekannt, so kann er z.B. im Sensor gespeichert und auch oh-  
20 ne Messung von den Meßwerten abgezogen werden.

Zudem können die genannten Verfahren zur Kompensation der Hinter-  
grundsignale auch unabhängig vom Gegenstand der Hauptansprüche auch  
bei anderen Lumineszenzauswerteverfahren mit Vorteil eingesetzt werden.

25

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ermöglicht folglich eine einfache  
und sichere Prüfung und Unterscheidung von Echtheitsmerkmalen, insbe-  
sondere mit sehr ähnlichem Spektralverlauf, die in Wertdokumenten enthal-  
ten sein können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung von Werdokumenten (3) mit einem Echtheitsmerkmal in Form zumindest einer lumineszierenden Substanz, wobei das  
5 Werdokument (3) mit Licht (9) bestrahlt und die vom Werdokument (3) ausgehende Lumineszenzstrahlung (10) spektral aufgelöst erfaßt wird, um zu bestimmen, ob das Echtheitsmerkmal im Werdokument (3) vorhanden ist,  
10 dadurch gekennzeichnet, daß  
  
aus den Meßwerten, welche unterschiedlichen Frequenzen und/oder Frequenzbereichen der Lumineszenzstrahlung (10) entsprechen, ein Meßvektor (X) gebildet wird, und eine Klassenzuordnung des Meßvektors (X) zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ), die unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, dadurch erfolgt, daß den Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) jeweils zumindest ein Klassenzuordnungsgebiet ( $G_1, \dots, G_i$ ) zugeordnet und geprüft wird, in welchem Klassenzuordnungsgebiet ( $G_1, \dots, G_i$ ) sich der Meßvektor (X) befindet.  
15  
20  
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Prüfverfahren einen weiteren Schritt aufweist, bei dem geprüft wird, ob der Betrag ( $|X|$ ) des Meßvektors (X) größer als ein vorgegebener Referenzwert (R) ist.  
25  
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt der Prüfung, ob der Betrag ( $|X|$ ) des Meßvektors (X) größer als ein vorgegebener Referenzwert (R) ist, vor dem Schritt der Klassenzuordnung des

Meßvektors ( $X$ ) zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) durchgeführt wird.

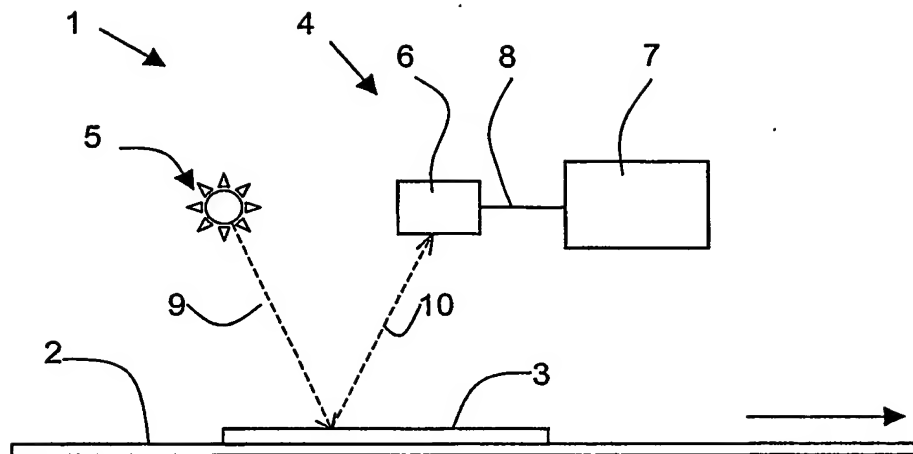
4. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßvektor ( $X$ ) und die Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) normiert werden.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassenzuordnung vom Meßvektor ( $X$ ) zu einem der Referenzvektoren ( $A_m$ ) durch einen Vergleich des Meßvektors ( $X$ ) mit mehreren Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) und/oder mit zumindest einer Größe ( $T$ ) erfolgt, welche von mindestens zwei Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) abhängt.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassenzuordnung vom Meßvektor ( $X$ ) zu einem der Referenzvektoren ( $A_m$ ) dadurch erfolgt, daß der kleinste Unterschied, wie z.B. der kleinste Abstand ( $d(X, A_m)$ ) vom Meßvektor ( $X$ ) zu den Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) bestimmt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe ( $T$ ), welche von mindestens zwei Referenzvektoren ( $A, B$ ) abhängt, als eine Trennfläche ( $T$ ) zwischen den zwei Referenzvektoren ( $A, B$ ), wie z.B. eine  $(n-1)$  dimensionale Hyperebene ( $T$ ) zwischen den zwei  $n$ -dimensionalen Referenzvektoren ( $A, B$ ) gebildet wird, wobei die Trennfläche ( $T$ ) die Klassenzuordnungsgebiete ( $G_A, G_B$ ) der zwei Referenzvektoren ( $A, B$ ) voneinander trennt.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassenzuordnung vom Meßvektor ( $X$ ) zu einem

der Referenzvektoren ( $A_m$ ) dadurch bestimmt wird, daß die Lage des Meßvektors ( $X$ ) in Bezug auf die Trennfläche ( $T$ ) bestimmt wird.

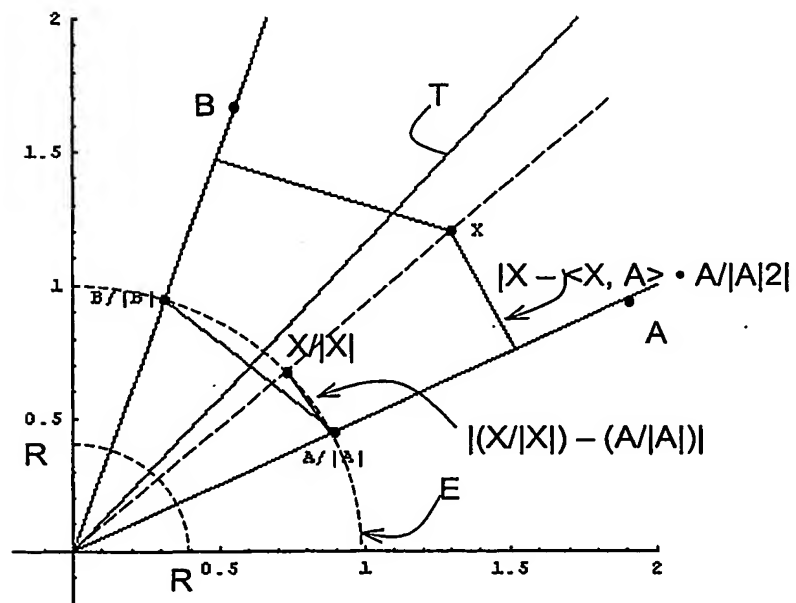
- 5 9. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem zu prüfenden Wertdokument (3) die Lumineszenzstrahlung (10) zeitaufgelöst gemessen wird, wobei der Vergleich von Meßvektor ( $X$ ) und Referenzvektoren ( $A$ ,  $B$ ) zeitabhängig erfolgen kann.
- 10 10. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der Lumineszenzstrahlung (10) nur an einem oder mehreren vorbestimmten Teilbereichen der Wertdokumentenfläche erfolgt, welche nennwertspezifisch vorbestimmt sein können.
- 15 11. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßvektor ( $X$ ) Meßwerte des infraroten oder ultravioletten, d.h. eines nicht sichtbaren Spektralbereichs umfaßt.
- 20 12. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Auswertung der Meßwerte ein Hintergrundsignal ( $L_2-L_1$ ) berücksichtigt wird, welches nicht von der Lumineszenzstrahlung (10) herrührt.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung des Meßvektors von den Meßwerten ein Betrag abgezogen wird, der von der Größe des Hintergrundsignals ( $L_2-L_1$ ) abhängt.
- 30 14. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag abhängig ist von der Größe eines Minimums und/oder Maximums der Meßwerte und/oder einem Verhältnis zweier Meßwerte.

15. Vorrichtung (1) zur Prüfung von Werten (3) mit einem Echtheitsmerkmal in Form zumindest einer lumineszierenden Substanz, mit einer Lichtquelle (5) zur Bestrahlung des Wertdokuments (3) und einem Spektralsensor (6), um die vom Wertdokument (3) ausgehende Lumineszenzstrahlung (10) spektral aufgelöst zu erfassen, und mit einer Auswertungseinrichtung (7), die mit dem Spektralsensor (6) verbunden ist, um zu bestimmen, ob das Echtheitsmerkmal im Wertdokument (3) vorhanden ist,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- die Auswertungseinrichtung (7) so ausgestaltet ist, daß aus den Meßwerten, welche unterschiedlichen Frequenzen und/oder Frequenzbereichen der Lumineszenzstrahlung (10) entsprechen, ein Meßvektor (X) gebildet wird, und eine Klassenzuordnung des Meßvektors (X) zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ), die unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, dadurch erfolgt, daß den Referenzvektoren ( $A_1, \dots, A_k$ ) jeweils zumindest ein Klassenzuordnungsgebiet ( $G_1, \dots, G_i$ ) zugeordnet und geprüft wird, in welchem Klassenzuordnungsgebiet sich der Meßvektor (X) befindet.

1/2



**Fig. 1**



**Fig. 2**

2/2

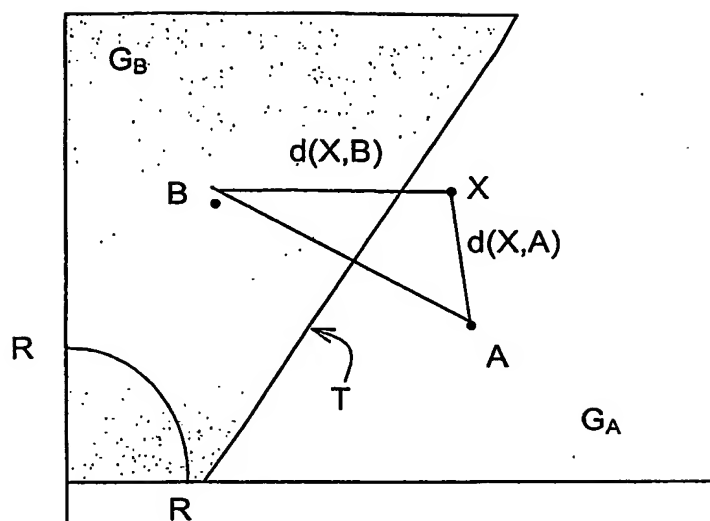


Fig. 3

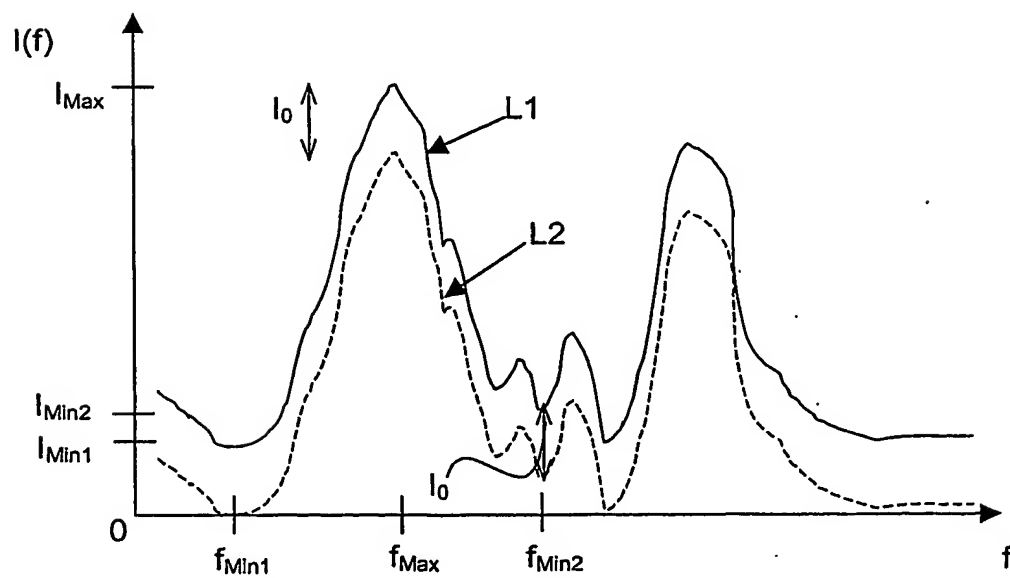


Fig. 4



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/051582 A3

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G07D 7/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/013435

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. November 2003 (28.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 56 114.1 29. November 2002 (29.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAUSCHER, Wolfgang [DE/DE]; An der Stemmerwiese 2, 81373 München (DE). GIERING, Thomas [DE/DE]; Xaver-Hamburger-Weg 19, 85614 Kirchseeon (DE).

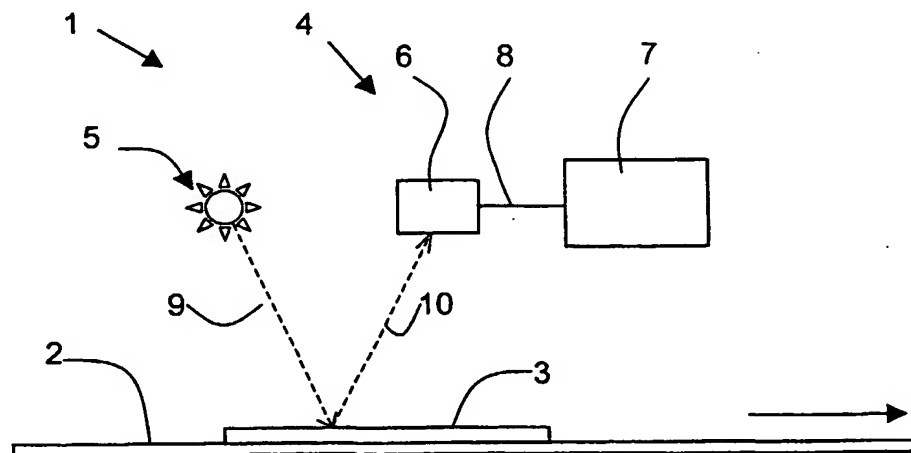
(74) Anwalt: Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch; Winzerstrasse 106, 80797 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR VERIFYING VALUABLE DOCUMENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PRÜFUNG VON WERTDOKUMENTEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for verifying valuable documents provided with an authenticity mark in the form of at least one luminescent substance. The aim of the invention is to achieve a simple and reliable differentiation between authenticity marks, even if the latter exhibit extremely similar spectral behaviour. To achieve this, a measurement vector is formed from the measured values that correspond to different frequencies and/or frequency ranges of the luminescent radiation and the measurement vector is assigned to one of several predefined reference vectors, which correspond to different authenticity marks, whereby at least one classification area is assigned to the reference vectors and verification takes place to establish the classification area in which the measurement vector lies.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten mit einem Echtheitsmerkmal in Form von zumindest einer lumineszierenden Substanz. Dadurch, dass aus den Messwerten, welche unterschiedlichen Frequenzen und/ oder Frequenzbereichen der Lumineszenzstrahlung entsprechen, ein Messvektor gebildet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

- (88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

**Recherchenberichts:**

26. August 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

wird, und eine Zuordnung des Messvektors zu einem von mehreren vorgegebenen Referenzvektoren, die unterschiedlichen Echtheitsmerkmalen entsprechen, dadurch erfolgt, dass den Referenzvektoren jeweils zumindest ein Klassenzuordnungsgebiet zugeordnet und geprüft wird, in welchem Klassenzuordnungsgebiet sich der Messvektor befindet, kann eine einfache und sichere Unterscheidung auch von Echtheitsmerkmalen mit sehr ähnlichem Spektralverhalten erreicht werden.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/13435

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G07D7/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G07D G01N G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic databases consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 678 677 A (BAUDAT GASTON) 21 October 1997 (1997-10-21) abstract; claim 1; figures 1,2 column 2, line 24 -column 6, line 5 column 6, line 32 -column 7, line 6 ---	1-15
A	US 5 542 518 A (MATSUO KAZUTO ET AL) 6 August 1996 (1996-08-06) abstract; claim 1; figures 1,3 column 2, line 40 - line 63 column 3, line 23 -column 4, line 10 column 4, line 49 -column 5, line 5 ---	1-15
A	US 5 757 001 A (BURNS DONALD A) 26 May 1998 (1998-05-26) claim 1; figures 5-7,17,18 the whole document --- -/--	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2004

Date of mailing of the international search report

24/06/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rother, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/13435

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 992 600 A (BAUDAT GASTON) 30 November 1999 (1999-11-30) abstract; claims 1,14,27,28; figures 1-3,5,8-10 column 2, line 9 - line 67	1,15
A	US 4 464 786 A (NISHITO AKIHIRO ET AL) 7 August 1984 (1984-08-07)	
A	EP 0 101 115 A (TNO) 22 February 1984 (1984-02-22)	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/13435

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5678677	A	21-10-1997	CH 684856 A5	13-01-1995
			AU 706764 B2	24-06-1999
			AU 2850997 A	11-09-1997
			AU 677025 B2	10-04-1997
			AU 5571694 A	22-06-1994
			DE 69309300 D1	30-04-1997
			DE 69309300 T2	09-10-1997
			DE 69332692 D1	20-03-2003
			DE 69332692 T2	12-06-2003
			EP 0671040 A1	13-09-1995
			EP 0737946 A2	16-10-1996
			EP 0742538 A2	13-11-1996
			ES 2099571 T3	16-05-1997
			ES 2188714 T3	01-07-2003
			WO 9412951 A1	09-06-1994
			HK 1007020 A1	26-03-1999
			JP 8507394 T	06-08-1996
US 5542518	A	06-08-1996	JP 3366438 B2	14-01-2003
			JP 7320061 A	08-12-1995
US 5757001	A	26-05-1998	NONE	
US 5992600	A	30-11-1999	GB 2284293 A	31-05-1995
			DE 69410481 D1	25-06-1998
			DE 69410481 T2	04-02-1999
			DE 69432125 D1	20-03-2003
			DE 69432125 T2	18-06-2003
			EP 0731961 A1	18-09-1996
			EP 0779604 A1	18-06-1997
			ES 2116061 T3	01-07-1998
			ES 2188853 T3	01-07-2003
			HK 1011513 A1	09-07-1999
			WO 9515540 A1	08-06-1995
US 4464786	A	07-08-1984	NONE	
EP 0101115	A	22-02-1984	NL 8202920 A	16-02-1984
			EP 0101115 A1	22-02-1984
			JP 59038889 A	02-03-1984

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13435

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G07D7/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G07D G01N G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 678 677 A (BAUDAT GASTON) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 6, Zeile 5 Spalte 6, Zeile 32 - Spalte 7, Zeile 6 ---	1-15
A	US 5 542 518 A (MATSUO KAZUTO ET AL) 6. August 1996 (1996-08-06) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1,3 Spalte 2, Zeile 40 - Zeile 63 Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 4, Zeile 10 Spalte 4, Zeile 49 - Spalte 5, Zeile 5 --- -/--	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rother, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13435

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 757 001 A (BURNS DONALD A) 26. Mai 1998 (1998-05-26) Anspruch 1; Abbildungen 5-7,17,18 das ganze Dokument -----	1-15
A	US 5 992 600 A (BAUDAT GASTON) 30. November 1999 (1999-11-30) Zusammenfassung; Ansprüche 1,14,27,28; Abbildungen 1-3,5,8-10 Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 67 -----	1,15
A	US 4 464 786 A (NISHITO AKIHIRO ET AL) 7. August 1984 (1984-08-07) -----	
A	EP 0 101 115 A (TNO) 22. Februar 1984 (1984-02-22) -----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13435

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5678677	A	21-10-1997	CH 684856 A5 13-01-1995
		AU 706764 B2 24-06-1999	
		AU 2850997 A 11-09-1997	
		AU 677025 B2 10-04-1997	
		AU 5571694 A 22-06-1994	
		DE 69309300 D1 30-04-1997	
		DE 69309300 T2 09-10-1997	
		DE 69332692 D1 20-03-2003	
		DE 69332692 T2 12-06-2003	
		EP 0671040 A1 13-09-1995	
		EP 0737946 A2 16-10-1996	
		EP 0742538 A2 13-11-1996	
		ES 2099571 T3 16-05-1997	
		ES 2188714 T3 01-07-2003	
		WO 9412951 A1 09-06-1994	
		HK 1007020 A1 26-03-1999	
		JP 8507394 T 06-08-1996	
US 5542518	A	06-08-1996	JP 3366438 B2 14-01-2003
		JP 7320061 A 08-12-1995	
US 5757001	A	26-05-1998	KEINE
US 5992600	A	30-11-1999	GB 2284293 A 31-05-1995
		DE 69410481 D1 25-06-1998	
		DE 69410481 T2 04-02-1999	
		DE 69432125 D1 20-03-2003	
		DE 69432125 T2 18-06-2003	
		EP 0731961 A1 18-09-1996	
		EP 0779604 A1 18-06-1997	
		ES 2116061 T3 01-07-1998	
		ES 2188853 T3 01-07-2003	
		HK 1011513 A1 09-07-1999	
		WO 9515540 A1 08-06-1995	
US 4464786	A	07-08-1984	KEINE
EP 0101115	A	22-02-1984	NL 8202920 A 16-02-1984
		EP 0101115 A1 22-02-1984	
		JP 59038889 A 02-03-1984	